

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-202737

(43)Date of publication of application : 19.07.2002

---

(51)Int.Cl.

G09F 9/30

H01L 29/786

H01L 21/336

H05B 33/10

H05B 33/14

H05B 33/26

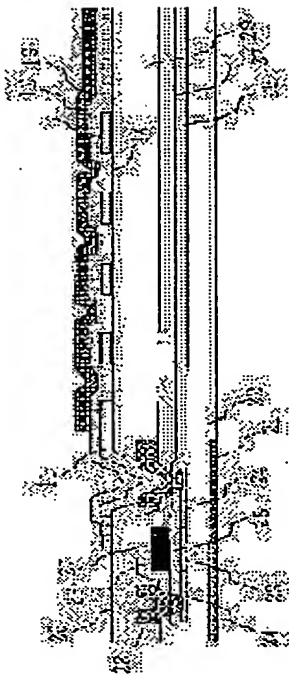
---

(21)Application number : 2000-401400 (71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 28.12.2000 (72)Inventor : FUJIEDA ICHIRO  
FUKUCHI TAKASHI  
TSUBOI SHINZO

---

(54) METHOD OF MANUFACTURING LIGHT-EMITTING ELEMENT, AND THE  
LIGHT-EMITTING ELEMENT



## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of manufacturing light-emitting elements for realizing light-emitting elements which have high light emission efficiency and can be driven at low electric power consumption.

SOLUTION: This method has a process step of forming transparent electrode layers 11 for supplying electric current to light-emitting material layers on a transparent base material 10, a process step of forming the light-emitting material layers 12 which emit light, when supplied with the electric current on the transparent electrode layers 11, and a process step of forming reflection electrodes 13 for

supplying the electric current to the light-emitting material layers on the light emitting material 12. The transparent electrodes 11 are formed of prescribed patterns having plural apertures. Ruggedness is formed in the light-emitting material layers 12 and the reflection electrodes 13 by the plural apertures, with which the light emission efficiency of the light-emitting elements is enhanced.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

[Claim(s)]

[Claim 1] The process which forms the transistor which consists of a thin film on an insulating base material, and a luminescent-material layer, And are the manufacture approach of the light emitting device formed through the process formed on said transistor, and the light-emitting part which has the electrode layer which supplies a current to this luminescent-material layer is set to said thin film transistor formation process or said light-emitting part formation process. The manufacture approach of the light emitting device characterized by having the process which forms which member located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings.

[Claim 2] The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on an insulating base material, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on said 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer on said luminescent-material layer, The electrode which it \*\*\*\*, and at least one side of said 1st electrode layer and said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer, and is formed by said transparent material The manufacture approach of the light emitting device characterized by being formed by the predetermined pattern which has two or more openings, and forming irregularity in said luminescent-material layer and another electrode layer of said two or more openings.

[Claim 3] It is the manufacture approach of the light emitting device according to claim 2 which the electrode formed with said transparent electrode is formed in the shape of a mesh of said two or more openings, and is characterized by the configuration of said opening being a 4micrometerx4micrometer square.

[Claim 4] The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on an insulating base material, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on said 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer on said luminescent-material layer, \*\*\*\* and at least one side of said 1st electrode layer and said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer. The manufacture approach of the light

emitting device characterized by forming irregularity in said luminescent-material layer on the field where the electrode with which the electrode formed by said transparent material has a ctenidium-like flat-surface configuration, and is formed by said transparent material does not exist, and another electrode layer.

[Claim 5] The thin film transistor formation process which forms the transistor which consists of a thin film on an insulating base material, The interlayer insulation film formation process which forms an interlayer insulation film on said insulating base material with which said thin film transistor was formed, The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on said interlayer insulation film, The luminescent-material layer formation process which forms said luminescent-material layer which emits light by supplying a current on said 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer on said luminescent-material layer, \*\*\*\*, said 1st electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer, and it is formed at the charge of a reflector in which said 2nd electrode layer reflects light, and sets to said thin film transistor formation process or said interlayer insulation film formation process. The manufacture approach of the light emitting device characterized by forming which member located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings, and being formed in the heights of said interlayer insulation film with which said 1st electrode layer is formed of said two or more openings.

[Claim 6] The thin film transistor formation process which forms the transistor which consists of a thin film on an insulating base material, The interlayer insulation film formation process which forms an interlayer insulation film on said insulating base material with which said thin film transistor was formed, The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on said interlayer insulation film, The luminescent-material layer formation process which forms said luminescent-material layer which emits light by supplying a current on said 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer on said luminescent-material layer, \*\*\*\*, said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer, and it is formed at the charge of a reflector in which said 1st electrode layer reflects light, and sets to said thin film transistor formation process

or said interlayer insulation film formation process. The manufacture approach of the light emitting device characterized by forming which member located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings, and being formed in the crevice of said luminescent-material layer in which said 2nd electrode layer is formed of said two or more openings.

[Claim 7] The light emitting device which is a light emitting device by which the transistor which consists of a thin film, and the light-emitting part which has the electrode layer which supplies a current to a luminescent-material layer and this luminescent-material layer were formed on the insulating base material, and is characterized by forming which member located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings.

[Claim 8] The 1st electrode layer for supplying a current on an insulating base material at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which carried out the laminating of the luminescent-material layer which emits light by supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer at least. The electrode with which at least one side of said 1st electrode layer and said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer, and is formed by said transparent material The light emitting device characterized by being formed by the predetermined pattern which has two or more openings, and forming irregularity in said luminescent-material layer and another electrode layer of said two or more openings.

[Claim 9] It is the light emitting device according to claim 8 which the electrode formed with said transparent electrode is formed in the shape of a mesh of said two or more openings, and is characterized by the configuration of said opening being a 4micrometerx4micrometer square.

[Claim 10] The 1st electrode layer for supplying a current on an insulating base material at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which carried out the laminating of the luminescent-material layer which emits light by supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer at least. At least one side of said 1st electrode layer and said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer. The light emitting device characterized by forming irregularity in said luminescent-material layer of the field where the electrode with which the electrode formed by said transparent material has a flat surface

configuration on a ctenidium, and is formed by said transparent material does not exist, and another electrode layer.

[Claim 11] The transistor which consists of a thin film on an insulating base material, an interlayer insulation film, and the 1st electrode layer for supplying a current at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which carried out the laminating of said luminescent-material layer which emits light by supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer at least. Said 1st electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer. Said thin film transistor which said 2nd electrode layer is formed at the charge of a reflector which reflects light, and is located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material, Or the light emitting device characterized by having formed which member of an interlayer insulation film in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming said 1st electrode layer in the heights of said interlayer insulation film formed of said two or more openings.

[Claim 12] The transistor which consists of a thin film on an insulating base material, an interlayer insulation film, and the 1st electrode layer for supplying a current at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which carried out the laminating of said luminescent-material layer which emits light by supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to said luminescent-material layer at least. Said 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than said luminescent-material layer. Said thin film transistor which said 1st electrode layer is formed at the charge of a reflector which reflects light, and is located under the arrangement field of said luminescent-material layer on said insulating base material, Or the light emitting device characterized by having formed which member of said interlayer insulation film in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming said 2nd electrode layer on the crevice of said luminescent-material layer formed of said two or more openings.

[Claim 13] Said luminescent-material layer is a light emitting device given in any 1 term of claims 7-12 characterized by being formed with an organic material.

[Claim 14] A light emitting device given in any 1 term of claims 7-12 to which said luminescent-material layer is characterized by being formed with an inorganic material, having the 1st insulating layer between said luminescent-material layer and said 1st electrode layer, and having the 2nd insulating layer between said luminescent-material layer and said 2nd electrode layer.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of a light emitting device with the descriptions, like high luminous efficiency, a low power, and a manufacturing cost are low, and a light emitting device especially about the manufacture approach of the optical head used for devices, such as a display of the flat-surface mold used for devices, such as a Personal Digital Assistant, a cellular phone, a personal computer, and television, or an electronic printer, and the light emitting device further used for devices, such as a scanner, facsimile, and digital KOPIA, and a light emitting device.

[0002]

[Description of the Prior Art] From the former, the electroluminescence (EL) component by the inorganic material or the organic material is developed as a light emitting device used for the display used for devices, such as a Personal Digital Assistant and a cellular phone, the optical head of an electronic printer, etc., and the part is already put in practical use. Especially the organic electroluminescence display of the "active actuation method" driven by the thin film transistor (TFT) circuit which prepared the light emitting device by the organic electroluminescence ingredient in each pixel is 2 which intersects perpendicularly mutually. Compared with the "passive actuation method" of a configuration of having inserted the organic electroluminescence ingredient with the electrode of the shape of a strip of paper of a group, luminous efficiency is high and there are the features of the possibility of the image display of a high-speed response and \*\*. Therefore, researches and developments of the organic electroluminescence display of an active actuation method are accelerated in recent years.

[0003] Since the capacity of the cell which can be carried by small device like a cellular phone is restricted, it is important to raise the luminous efficiency of a light emitting device further. Moreover, also when using it as the being [ they / an optical head or a scanner ] light source, an improvement of the luminous efficiency of a light emitting device brings about the advantage of raising the rate of printing or an image input, respectively.

[0004] However, in the light emitting device using inorganic [ conventional ] or an organic electroluminescence ingredient, a part of light emitted from EL ingredient is confined in the interior of a light emitting device, and the technical problem that the quantity of light which can be taken out to the exterior decreases occurs.

[0005] The structure of the light emitting device by the conventional organic



electroluminescence ingredient is shown in drawing 16 . On the transparence substrates 110, such as glass, this light emitting device carries out the laminating of the reflectors 113 which consist of organic electroluminescence ingredients, such as the transparent electrodes 111, such as an oxide (ITO) of an indium and tin, and Alq (quinolate aluminum complex), such as the luminescent-material layer 112 and an aluminium-lithium alloy, to order, and is constituted. The refractive indexes of a light field are a glass substrate, ITO, and an organic electroluminescence ingredient, and are before and after 1.5-1.65, 1.9-2.0, and 1.7, respectively.

[0006] Generally, if a current is supplied to a luminous layer 112, light will be emitted isotropic. Propagation of the light emitted in the direction of a transparence substrate from the point P in the luminescent-material layer 112 emitting light by the 1st is considered. The case of some of followings can be considered with the include angle which the direction of the emitted light makes with the direction of a normal of a transparence substrate. When this include angle is sufficiently small, like the light displayed as ray1 in drawing 16 , incidence is carried out to a transparent electrode 111, and it emanates to the exterior of a component through the transparence substrate 110. Next, if this include angle becomes large somewhat, as it was displayed as ray2 in drawing 16 , total reflection of the light will be carried out by the interface of the transparence substrate 110 and the exterior (it is usually a refractive index 1.0 at air) of a component, and it will be confined in the interior of the transparence substrate 110. Furthermore, if this include angle becomes large, as it was displayed as ray3 in drawing 16 , total reflection of the light will be carried out by the interface of the transparence substrate 110 and a transparent electrode 111, and it will be confined in the interior of a transparent electrode 111. The light emitted [ 2nd ] in the direction of a reflector 113 from Point P follows the same locus as the above-mentioned case toward the direction of a transparent electrode 111 depending on the include angle, after being reflected by the reflector 113. As mentioned above, a part of light emitted isotropic from the luminescent-material layer is confined in the interior of a light emitting device, and it cannot be taken out outside.

[0007] The attempt which improves luminous efficiency is indicated by JP,1-186587,A, JP,5-21158,A, and JP,2000-77181,A by decreasing the rate of the light confined in the interior of a light emitting device.

[0008] As an example of such a conventional light emitting device, the configuration of the light emitting device currently indicated by JP,1-186587,A is shown in drawing 17 . on transparence substrate 110b which used the inorganic material and to which it is the example of a light emitting device, and a front face has a concavo-convex configuration

for being alike as shown in drawing 17 , this carries out the laminating of transparent electrode 111b, the 1st insulating-layer 115b, luminescent-material layer 112b, the 2nd insulating-layer 116b, and the reflector 113b, and is constituted. The height of the irregularity of transparence substrate 110b is set up more greatly than the thickness of luminescent-material layer 112b. Moreover, in order to prevent a short circuit in the concavo-convex level difference section, transparent electrode 111b and reflector 113b lap in the concavo-convex level difference section. According to this official report, it is supposed that a concavo-convex configuration with a moderate taper can be formed with sufficient repeatability by processing the thin film deposited on the transparence substrate using technique, such as a photolithography and reactive ion etching.

[0009] Next, actuation is explained. Since it reflects in the level difference section produced with the irregularity of transparence substrate 110b, a part of light emitted from luminescent-material layer 112b is taken out to the exterior of transparence substrate 110b, and it is applicable to a display. Since the level difference section by the irregularity of a substrate exists between the adjoining pixels when two or more such light emitting devices are arranged and a display is constituted, the pixel which the light emitted from the luminescent-material layer which is a certain pixel adjoins is not reached. Therefore, it is supposed that there is also an advantage of preventing lowering of the contrast of the display resulting from the light spread from a contiguity pixel and degradation of the display image quality by the scattered light.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] There are the following technical problems in the conventional light-emitting device explained above. With the configuration currently indicated by the official report mentioned above to the 1st, a membrane formation process, an exposure process, and an etching process are needed for a substrate separately as a production process in the case of preparing irregularity, and the technical problem that a manufacturing cost is high and mass production method is difficult occurs.

[0011] With the configuration of the above-mentioned conventional light emitting device, the absorption of light by luminescent material in case light repeats total reflection, or the ingredient of a transparent electrode is not taken [ 2nd ] into consideration in the interior of a light emitting device. That is, in the light-emitting part of each pixel, the distance from the point emitting light to the level difference section increases as a pixel becomes large, when two or more pixels containing these light emitting devices are arranged and it constitutes output units, such as a display and an optical head. Consequently, a part of light to spread is absorbed by luminescent material and the

ingredient of a transparent electrode, and the rate which reaches to the level difference section and is taken out outside decreases. Moreover, although a reflector is formed with a metallic material with a high reflection factor, it is usually difficult to make a reflection factor 100% thoroughly. For this reason, while repeating an echo several times, the quantity of light decreases, and the rate which reaches to the level difference section decreases. That is, there is no recognition over the self-absorption by such ingredient and a technical problem called loss of the light of reflex time, and there is also no instigation about the concrete configuration as the cure.

[0012] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and luminous efficiency aims at offering the manufacture approach of a light emitting device of realizing the light emitting device which can be highly driven with a low power by low cost, and a light emitting device.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The process which forms the transistor which this invention becomes from a thin film in order to attain the starting object on an insulating base material, Are the manufacture approach of the light emitting device formed through the process formed on a transistor, and the light-emitting part which has a luminescent-material layer and the electrode layer which supplies a current to a luminescent-material layer is set to a thin film transistor formation process or a light-emitting part formation process. It is characterized by having the process which forms which member located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings.

[0014] The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for this invention to supply a current to a luminescent-material layer on an insulating base material, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on the 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on a luminescent-material layer, The electrode which it \*\*\*\*, and at least one side of the 1st electrode layer and the 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer, and is formed by the transparent material It is characterized by being formed by the predetermined pattern which has two or more openings, and forming irregularity in a luminescent-material layer and another electrode layer of two or more openings.

[0015] The electrode formed with the above-mentioned transparent electrode is formed

in the shape of a mesh of two or more openings, and the configuration of opening is characterized by being a 4micrometerx4micrometer square.

[0016] The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for this invention to supply a current to a luminescent-material layer on an insulating base material, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on the 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on a luminescent-material layer, \*\*\*\* and at least one side of the 1st electrode layer and the 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer. It is characterized by forming irregularity in the luminescent-material layer on the field where the electrode with which the electrode formed by the transparent material has a ctenidium-like flat-surface configuration, and is formed by the transparent material does not exist, and another electrode layer.

[0017] The thin film transistor formation process with which this invention forms the transistor which consists of a thin film on an insulating base material, The interlayer insulation film formation process which forms an interlayer insulation film on the insulating base material with which the thin film transistor was formed, The 1st electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on an interlayer insulation film, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on the 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on a luminescent-material layer, \*\*\*\*, the 1st electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer, and it is formed at the charge of a reflector in which the 2nd electrode layer reflects light, and sets to a thin film transistor formation process or an interlayer insulation film formation process. It is characterized by forming which member located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming the 1st electrode layer in the heights of the interlayer insulation film formed of two or more openings.

[0018] The thin film transistor formation process with which this invention forms the transistor which consists of a thin film on an insulating base material, The interlayer insulation film formation process which forms an interlayer insulation film on the insulating base material with which the thin film transistor was formed, The 1st

electrode layer formation process which forms the 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on an interlayer insulation film, The luminescent-material layer formation process which forms the luminescent-material layer which emits light by supplying a current on the 1st electrode layer, The 2nd electrode layer formation process which forms the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer on a luminescent-material layer, \*\*\*\*, the 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer, and it is formed at the charge of a reflector in which the 1st electrode layer reflects light, and sets to a thin film transistor formation process or an interlayer insulation film formation process. It is characterized by forming which member located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming the 2nd electrode layer in the crevice of the luminescent-material layer formed of two or more openings.

[0019] This invention is the light emitting device by which the transistor which consists of a thin film, and the light-emitting part which has the electrode layer which supplies a current to a luminescent-material layer and a luminescent-material layer were formed on the insulating base material, and is characterized by forming which member located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material in the predetermined pattern which has two or more openings.

[0020] The 1st electrode layer for this invention to supply a current on an insulating base material at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which ~~carried out the laminating of the luminescent-material layer which emits light by~~ supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer at least. The electrode with which at least one side of the 1st electrode layer and the 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer, and is formed by the transparent material. It is characterized by being formed by the predetermined pattern which has two or more openings, and forming irregularity in a luminescent-material layer and another electrode layer of two or more openings.

[0021] The electrode formed with the above-mentioned transparent electrode is formed in the shape of a mesh of two or more openings, and the configuration of opening is characterized by being a 4micrometerx4micrometer square.

[0022] The 1st electrode layer for this invention to supply a current on an insulating base material at a luminescent-material layer, It is the light emitting device which carried out the laminating of the luminescent-material layer which emits light by

supplying a current, and the 2nd electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer at least. At least one side of the 1st electrode layer and the 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer. It is characterized by forming irregularity in the luminescent-material layer of a field and another electrode layer in which the electrode with which the electrode formed by the transparent material has a flat-surface configuration on a ctenidium, and is formed by the transparent material does not exist.

[0023] The transistor to which this invention consists of a thin film on an insulating base material, and an interlayer insulation film, The 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer, and the luminescent-material layer which emits light by supplying a current, It is the light emitting device which carried out the laminating of the 2nd electrode layer for supplying a current to the luminescent-material layer at least. The 1st electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer. The thin film transistor which the 2nd electrode layer is formed at the charge of a reflector which reflects light, and is located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material, Or it is characterized by having formed which member of an interlayer insulation film in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming the 1st electrode layer in the heights of the interlayer insulation film formed of two or more openings.

[0024] The transistor to which this invention consists of a thin film on an insulating base material, and an interlayer insulation film, The 1st electrode layer for supplying a current to a luminescent-material layer, and the luminescent-material layer which emits light by supplying a current, It is the light emitting device which carried out the laminating of the 2nd electrode layer for supplying a current to the luminescent-material layer at least. The 2nd electrode layer is formed by the transparent material with a larger refractive index than a luminescent-material layer. The thin film transistor which the 1st electrode layer is formed at the charge of a reflector which reflects light, and is located under the arrangement field of the luminescent-material layer on an insulating base material, Or it is characterized by having formed which member of an interlayer insulation film in the predetermined pattern which has two or more openings, and forming the 2nd electrode layer on the crevice of the luminescent-material layer formed of two or more openings.

[0025] The above-mentioned luminescent-material layer is characterized by being formed with an organic material.

[0026] The above-mentioned luminescent-material layer is characterized by being

formed with an inorganic material, having the 1st insulating layer between a luminescent-material layer and the 1st electrode layer, and having the 2nd insulating layer between a luminescent-material layer and the 2nd electrode layer.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Next, the manufacture approach of the light emitting device of this invention and the gestalt of operation concerning a light emitting device are explained to a detail, referring to an accompanying drawing. Reference of drawing 1 - drawing 15 shows the manufacture approach of the light emitting device of this invention, and the gestalt of operation concerning a light emitting device.

[0028] (Gestalt of the 1st operation) The main components in the 1st operation gestalt are shown in drawing 1. This light emitting device consists of thin film transistor (TFT) circuits for driving the light-emitting part formed on the transparence substrate 10 of a series of below-mentioned thin-film-fabrication processes, and a light-emitting part. These configurations are shown in drawing 1.

[0029] As shown in drawing 1, light is emitted from the luminescent-material layer 12 of the field across which the light-emitting part consisted of a transparent electrode 11 and a reflector 13 on both sides of the luminescent-material layer 12 formed with an organic electroluminescence (EL) ingredient, and it faced with both electrodes. Wiring in which some transparent electrodes 11 are shown in the source / drain electrode 28 of TFT, and the reflector 13 is not shown in drawing 1 connects outside, respectively.

[0030] Drawing 2 is the top view showing arrangement of the component of a light-emitting part and TFT, and the cross section of the field meeting A-A' in drawing is equivalent to drawing 1. As shown in drawing 2, two or more openings 14 are formed in a transparent electrode 11, and as shown in drawing 1, the luminescent material layer

12 is arranged in the field of opening 14. Drawing 3 is the transparent electrode 11 in drawing 1, the luminescent-material layer 12, and the sectional view that expanded some reflectors 13. In opening 14, since a transparent electrode 11 does not exist, and since the moderate taper is attached to the edge of a transparent electrode 11, the level difference section as shown in drawing 1 and drawing 3 is made to a reflector 13.

[0031] Next, the production process of a light emitting device is explained, referring to drawing 4, the flow chart shown in drawing 5, and drawing showing the configuration of the light emitting device in each manufacture process of drawing 6 -8. After the production process of this light emitting device forms a light emitting device using a process and an organic electroluminescence ingredient before forming TFT, it is divided roughly into a process.

[0032] In the production process of TFT of a before process, TFT of very various classes

is employable. The polycrystalline silicon (poly-Si) TFT of a top gate mold is mentioned as an example, and this example explains it.

[0033] First, refractory materials, such as tungsten silicide (WSi), are formed by a sputter etc. on the transparence substrate 10 which has the insulation of glass etc. Pattern formation of this is carried out by the photolithography method, and the protection-from-light layer 21 is formed (step S1). In WSi, it is enough if there is no less than 100-200nm as thickness of a protection-from-light layer. The condition that the protection-from-light layer 21 was formed by the predetermined pattern on the transparence substrate 10 is shown in (a) of drawing 6.

[0034] next, the CVD method which decomposes oxygen and the gas containing Si, such as a silane ( $\text{SiH}_4$ ), in the plasma, and is deposited on a substrate --  $\text{SiO}_2$  from -- the becoming barrier layer 22 is formed in the whole surface (step S2). It is a layer for preventing the impurity element contained in the transparence substrate 10 in a consecutive process diffusing this in the layer above this, and thickness is set to 300-500nm. The condition that the barrier layer 22 was formed on the transparence substrate 10 and the protection-from-light layer 21 is shown in (b) of drawing 6.

[0035] Next, the amorphous silicon (a-Si) layer which is the precursive film of a poly-Si layer is formed in about 100nm in thickness by the membrane formation approach of a plasma-CVD method, a reduced pressure CVD method, or a sputter. The very short pulsed light for dozens of nanoseconds from an excimer laser is irradiated to this, and it fuses momentarily, and reforms in a poly-Si layer. The exposure energy densities at this time are 400 mJ/cm<sup>2</sup>. It is known that poly-SiTFT with a sufficient property will be obtained as it is order. ~~Patterning of this poly-Si layer is carried out by the photolithography method, and a thin film semiconductor 24 is formed (step S3). The condition that the thin film semiconductor 24 was formed on the barrier layer 22 is shown in (c) of drawing 6.~~

[0036] Next,  $\text{SiO}_2$  with a thickness of about 50nm Gate dielectric film 25 and the gate electrode 26 are formed by forming similarly a WSi layer with a film and a thickness of about 200nm, and carrying out patterning of the WSi layer by the photolithography method (step S4). The condition that gate dielectric film 25 was formed on the thin film semiconductor 24 and the barrier layer, and the gate electrode 26 was formed on this gate dielectric film 25 is shown in (d) of drawing 6.

[0037] Next, high-concentration Phosphorus (P) or boron (B) is selectively introduced into the field of a thin film semiconductor 24 by the ion doping method etc. The impurity element which heated the substrate to the temperature of about 500 degrees C, and was introduced into it after that is activated. Process conditions, such as concentration of the



impurity element at this time, heating time, and temperature, are important, and these process conditions are determined so that ohmic contact may be obtained between next wiring materials. In this way, the source / drain field 24 of TFT are formed (step S5). The field which has not introduced the impurity element turns into the channel field 23 of TFT. The condition that the source / drain field 24 of TFT were formed is shown in the thin film semiconductor 24 at (e) of drawing 6 R> 6.

[0038] the last -- SiO<sub>2</sub> etc. -- the 1st interlayer insulation film 27 is formed by a plasma-CVD method etc., a contact hole is opened, and the TFT production process of a before process is completed by what (step S6) the source / drain electrode 28, and wiring are formed for with the metallic material of low resistance. The condition that the 1st interlayer insulation film 27 was formed on the gate electrode 26 and gate dielectric film 25, and the condition that prepared the contact hole and the source / drain electrode 28 was formed are shown in (f) of drawing 7.

[0039] In the production process of the light-emitting part of an after process, the layer 29 for making a front face flat is first formed in the whole surface using transparence insulating materials, such as acrylic resin, (step S7). The condition that this 2nd interlayer insulation film 29 was formed in the whole surface is shown in (g) of drawing 7.

[0040] A contact hole is opened in a part of this 2nd interlayer insulation film 29, and the ingredient used as anode plates of a light-emitting part, such as an indium oxide tin alloy (ITO), is formed by the spatter on the whole surface. Patterning of this is carried out by the photolithography method, and the transparent electrode 10 with opening 14 is formed (step S8). When ITO is used as an anode material, 20/100 extent of sheet resistance and thickness are formed in about 100nm. The condition that the transparent electrode 11 was formed by the predetermined pattern on the 2nd interlayer insulation film 29 is shown in (h) of drawing 7.

[0041] Next, as shown in (i) of drawing 7, the luminescent-material layer 12 which consists of an organic electroluminescence ingredient is formed in the field used as a light-emitting part (step S9). As a luminescent-material layer 12, the two-layer configuration which consists of a luminescent-material layer and a hole-injection transporting bed, 3 lamination which added the electron injection transporting bed to this, the configuration which has arranged the still thinner insulator layer to an interface with a metal electrode are known, and which of these configurations can be applied to the configuration of drawing 1. That is, in drawing 1, although only shown as a luminescent-material layer 12, if it sees finely, such various configurations are possible. The spin applying method, vacuum evaporation technique, ink jet print

processes, etc. are known, and, as for the manufacture approach of the luminescent-material layer 12, manufacture conditions, such as selection of the organic electroluminescence ingredient of a macromolecule system, a low-molecular system, etc., structure of a substrate, and the manufacture approach of an up electrode, are decided corresponding to each manufacture approach. As an ingredient of a hole-injection transporting bed, as an ingredient of a luminescent-material layer, a thoria reel amine derivative, an OKISA diazole derivative, a porphyrin derivative, etc. shall carry out the laminating of 8-hydroxyquinoline and the metal complex of that derivative, a tetra-phenyl butadiene derivative, the JISUCHIRIRU aryl derivative, etc. to the thickness of about 50nm respectively with a vacuum deposition method, and shall form them in this example, for example. In addition, drawing 1 It is patternized and drawn so that it may set and the luminescent-material layer 12 may cover a transparent electrode 11 mostly, but since these luminescent-material layers 12 are insulating materials, patternizing is not necessarily required and the whole surface may be covered. However, since at least three kinds of luminescent-material layers and separation are need, the luminescent-material layer 12 needs to be patternized to apply to a color display.

[0042] Finally, as cathode of a light-emitting part, vacuum deposition of the ingredients, such as an aluminium-lithium alloy, is carried out to about 200nm in thickness, they are ~~\*\*~~(ed) through a metaled shadow mask, and a reflector 13 is formed (step S10). The condition that the reflector 13 was formed on the luminescent-material layer 12, and irregularity was formed in the luminescent-material layer 12 and the reflector 13 of ~~opening prepared in the transparent electrode 11 is shown in (g) of drawing 8.~~

[0043] Thus, this operation gestalt is characterized by preparing opening for improving the luminous efficiency of a light emitting device in a transparent electrode 11. Therefore, as compared with the production process in the case of preparing irregularity in the substrate shown in drawing 17, it becomes unnecessary to establish separately a membrane formation process, an exposure process, and an etching process, and a manufacturing cost can be reduced.

[0044] Drawing 9 is the circuit diagram showing the configuration of the circuit for arranging two or more these light emitting devices, and driving them. Here, the notation of Tr1 is given to the light-emitting part at TFT for the notation of LED being connected to this end again, and supplying a current to LED. Furthermore, Tr1 for charging C to the electrical potential difference of the request corresponding to the electrostatic capacity C and the video signal for holding the gate of Tr1 to fixed potential is connected as drawing 9. The drain electrode of Tr1 is connected to a power source

Vdd. Below, suppose that the circuit of the part surrounded by the dotted line of drawing 9 is called a pixel. As shown in drawing 9, two or more pixels are arranged regularly and the TFT circuit for driving these is prepared. In addition, as for these TFT circuits, it is desirable for it to be constituted using polycrystalline silicon (poly-Si) TFT, and to constitute a CMOS circuit especially using both n mold TFT and p mold TFT.

[0045] Next, actuation of the light emitting device of this example is explained, referring to drawing 1, and 3 and 9. A control signal is supplied to the gate line shown in drawing 9, and it is made to flow through Tr2 of all pixels which shares a gate line. A video signal will be memorized by each electrostatic capacity C if the video signal which should be displayed synchronizing with this is given to each data line. In this way, if a video signal is memorized by the electrostatic capacity C of all the pixels chosen by the gate line, the current of the request corresponding to each video signal will be supplied to the light emitting device LED of these pixels, and as shown in drawing 3, light will be emitted in the direction of the transparence substrate 10 from the luminescent-material layer 12. Luminescence is isotropic here. The light first emitted in the direction of a transparent electrode 11 from Point P is considered like the above-mentioned. When the direction of a normal of the transparence substrate 10 and the include angle to make are small (it is displayed as ray1 in drawing 3), light is a transparent electrode 11 and the 2nd. An insulating layer 29 and the 1st An insulating layer 27, -, the transparence substrate 10 are penetrated in order, and it is led to an observer (not shown). If this include angle becomes large, as it was displayed as ray2 in drawing 3, total reflection of a part of light will be carried out by this interface, and ~~they will be confined in the interior of the 2nd insulator layer. This is because the~~ refractive index of a transparent electrode 11 is larger than the refractive index of the 2nd insulating layer 29 (a refractive index is 1.5 when SiO2 is used as 1.9-2.0, and the 2nd insulating layer in a transparent electrode ITO). Furthermore, if this include angle becomes large, light will be confined in the interior of a transparent electrode 11 temporarily. However, since the edge of a transparent electrode 11 and the distance with the point P emitting light are small, before light is absorbed with a transparent electrode ingredient in drawing 3, it results in opening 14, and incidence can be carried out from the edge of a transparent electrode 11 to the luminescent-material layer 12. It is reflected with a reflector 13 and this light results in the interface of the luminescent-material layer 12 of opening 14, and the 2nd insulating layer 29. Since the refractive index (an organic electroluminescence ingredient before or after 1.7) of the luminescent-material layer 12 is close to the refractive index (SiO2 refractive index 1.5) of the 2nd insulating layer 29, the component which carries out total reflection by this

interface becomes small. Therefore, the light which reached opening 14 from the reflector 13 is taken out outside, without carrying out total reflection. Such a light is displayed as ray3 in drawing 3. On the other hand, the light emitted in the direction of a reflector 13 from Point P follows the same progress as the above-mentioned, after being reflected by the reflector 13, a part is confined in the interior, and a part is taken out outside.

[0046] Here, the light emitted from the luminescent-material layer is spread to opening, repeating loss by absorption inside a luminescent-material layer, and echo with a reflector. The horizontal distance which light must spread at this time is considered. In the case of opening of a rectangle as shown in drawing 2, this horizontal distance is almost equivalent to the distance between adjoining openings.

[0047] On the other hand, with the configuration which does not have opening temporarily in drawing 2, this horizontal distance serves as the die length of the diagonal line of a transparent electrode 11 at the maximum. A big difference is among both and the difference becomes so large that opening is large. Although the location which will emit light if opening is set up extremely greatly becomes extremely small and luminous efficiency improves, since practical luminescence reinforcement is no longer obtained, the optimal magnitude and the optimal configuration of opening take into consideration the quantity of light required of a self-absorption, loss of the light by echo, and an application device, and should be determined.

[0048] Some concrete examples are given about the component explained above. In the indicating equipment of definition 200dpi, corresponding to 127 micrometers of array pitches of the pixel of each color, the transparent electrode 11 was made into the 100micrometerx110micrometer rectangle, and opening was made into the 4micrometerx4micrometer square. 4 micrometers was decided with the application of the design rule based on the precision of micro processing in a photolithography or an etching process, when forming such a component in the substrate of a large area collectively. Thereby, the light emitted from the luminescent-material layer 12 can reach to opening 14 in general, if about [ 4micrometerx1.414=5.6micrometer ] horizontal distance is spread at the maximum. This is about 1/800 which is the maximum horizontal distance of 450 micrometers in case there is no opening. Thereby, loss of the light when being reflected with loss of the light by the self-absorption in luminescent material or the ingredient of a transparent electrode and a reflector can be reduced substantially. Of course, the manufacturing method or dimension of a transparent material of this invention are not limited to the numerical example or the manufacture approach which were mentioned above. For example, various configurations (for

example, a rectangle, circular, \*\*) besides a square like drawing 2 are possible for the configuration of opening of a transparent electrode.

[0049] (Deformation example) In the 1st example of this invention explained above, by preparing opening in a transparent electrode, distance in which light spreads the interior of luminescent material or a transparent electrode ingredient was shortened, and luminous efficiency was raised. The same effectiveness is acquired even if it uses the transparent electrode of a configuration as shown in drawing 10. That is, transparent electrode 11a of drawing 10 is the configuration of the shape of a ctenidium equipped with the circle-like field in part. In drawing 10, the same number is given to the same component as drawing 2. Furthermore, a luminescence field can be made almost circular by arranging reflector 13a with the same configuration so that the direction of a long side may intersect perpendicularly mutually. Such a circular luminescence field can set up the above-mentioned horizontal distance small compared with opening of the square of drawing 2.

[0050] Moreover, selection of the permutation of the component in this example, the class of ingredient, a dimension, etc. is possible, without spoiling the meaning of this invention. Moreover, the addition of the new function by addition of a component is also possible.

[0051] For example, although drawing 1 gave and explained the example of poly-SiTFT of a top gate mold, the circuit of drawing 9 may be constituted using bottom product gate mold poly-SiTFT. Moreover, in order to realize color display, it is R, G, and B as a pixel. What is necessary is just to use the configuration which outputs primary color.

~~The light emitting device of such a pixel is more realizable for the parallel arrangement of the combination of a light filter and white luminescent material, the combination of blue luminescent material and a color conversion ingredient, or the luminescent material of three colors. Thus, the permutation of various components and the addition of a function are possible, without spoiling the meaning of this invention. Therefore, it is considered that such a configuration is also the deformation example of this invention.~~

[0052] (Gestalt of the 2nd operation) Drawing 11 is the explanatory view showing the gestalt of the 2nd operation. In drawing 11, the same number is given to the same component as the 1st example shown in drawing 1. Differing from the configuration of the 1st operation gestalt in the configuration of the 2nd operation gestalt is the point of having prepared the concavo-convex section in a part of luminescent material layer 12b and reflector 13b. Such the concavo-convex section is formed by patterning 2nd interlayer insulation film 29b, as shown in drawing 11. Transparent electrode 11b is formed in the heights of 2nd interlayer insulation film 29b, and the flat-surface

configuration presupposes that it is the same as that of what was shown in drawing 2. That is, two or more concavo-convex sections are prepared in one pixel like the 1st operation gestalt. When the light which spreads the interior of luminescent material layer 12b and transparent electrode 11b leaks from an edge, the level difference of the concavo-convex section is set up so that it may be reflected by reflector 13b. Therefore, the light confined in the interior of luminescent material layer 12b and transparent electrode 11b can be efficiently taken out to the exterior like the conventional configuration shown in drawing 17. Moreover, since the horizontal distance which the light shut up by a transparent electrode and the luminescent material layer like the 1st operation gestalt spreads is short by preparing two or more concavo-convex sections in one pixel, the component spread to a transperence substrate with the light which arrived at the field to which a transparent electrode does not exist increases, and luminous efficiency improves. Furthermore, since such the concavo-convex section is simultaneously formed when forming the contact hole for connecting the source drain electrode 28 of TFT, and transparent electrode 11b in 2nd interlayer insulation film 29b, it does not need to add the process of an excess.

[0053] Although the example which forms the concavo-convex section using the process which patternizes 2nd interlayer insulation film 29b was given above, another process in the production process of TFT may be used. That is, the configuration shown in drawing 12 and drawing 13 is possible as a gestalt of deformation implementation. It is the 1st when forming the contact hole for connecting the source drain electrode 28 in the source drain field 24 of TFT in drawing 12. Although interlayer insulation film 27c is patternized, in this process, the concavo-convex section is formed simultaneously. In drawing 13, 22d of barrier layers is patternized and the concavo-convex section is formed.

[0054] (Gestalt of the 3rd operation) Although the configuration which emits light to a transperence substrate side, using an organic electroluminescence layer as a light-emitting part was taken up with the gestalt of the above operation, arrangement of a transparent electrode and a reflector may be replaced and you may make it the configuration which outputs light to the top face of a substrate. In this case, a substrate does not need to be transparent. Drawing 14 is the explanatory view showing the gestalt of such operation. When patternizing 2nd interlayer insulation film 29e, the concavo-convex section is formed simultaneously, and transparent electrode 11e is formed in a crevice through luminescent material layer 12e. The direction of actuation of this operation gestalt where light is taken out is the same as that of an old operation gestalt except for being contrary to the gestalt of old operation.

[0055] Thus, since this operation gestalt is a configuration which emits light on the top face, its substrate does not need to be transparent. Therefore, although the degree of freedom of transparency of ingredient selection is low like breadth, for example, polyimide, the light emitting device containing a thin film transistor can be formed on the flexible plastic plate which can bear the comparatively high temperature which is 200 degrees C - about 300 degrees C.

[0056] Moreover, as shown in drawing 14, the reflector for forming a light-emitting part, a luminescent-material layer, and a transparent electrode can be arranged also in the upper part of a thin film transistor and its wiring material. Therefore, a large area of a light-emitting part can be taken and a bright light emitting device can be formed.

[0057] It is the 1st like the case of the 2nd operation gestalt as a process which forms the concavo-convex section. It is possible to choose the process which patternizes an interlayer insulation film or a barrier layer. Therefore, it can be considered that such a configuration is also deformation implementation of the gestalt of the 3rd operation.

[0058] (Gestalt of the 4th operation) Although the example which uses an organic electroluminescence ingredient as an ingredient of a light-emitting part was given with the gestalt of the above operation, the EL element formed with an inorganic material may be used. Drawing 15 is an explanatory view showing the configuration which formed the light-emitting part with the inorganic material. The 1st insulating layer 15 and 2nd insulating layer 16 are prepared in the underside of 12f of luminescent-material layers and top face which consist of inorganic materials, such as ZnS:Mn, ZnS:Tb, and CaS:Eu. as the ingredient of these insulating layers -- SiNx, and SiO<sub>2</sub> and Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> etc. -- it uses. Moreover, 11f of transparent electrodes and the 1st As shown in drawing 15, 14f of openings is prepared in the insulating layer 15. Other configurations and actuation are the same as the configuration of the 1st operation gestalt shown in drawing 3.

[0059] Also in this operation gestalt, the same effectiveness as the operation gestalt mentioned above can be acquired. However, since the formation process of an insulating layer is added, as compared with the case where an organic electroluminescence ingredient is used, it becomes disadvantageous. Moreover, since about [ 100V ] alternating voltage is needed for driving inorganic EL ingredient, compared with the organic electroluminescence ingredient which can be driven with the direct current voltage not more than 10V, it is disadvantageous for an application which is carried in a pocket device.

[0060] In addition, the operation gestalt mentioned above is a gestalt of suitable operation of this invention. However, deformation implementation is variously possible

within limits which do not deviate not from the thing limited to this but from the summary of this invention.

[0061]

[Effect of the Invention] This invention creates two or more openings for taking out effectively the light emitted from the light emitting device outside in the process which a thin film transistor forms, or the formation process of a light-emitting part so that more clearly than the above explanation. Therefore, as compared with the production process in the case of preparing irregularity in the conventional substrate, it becomes unnecessary, and a membrane formation process, an exposure process, and an etching process reduce a manufacturing cost, and mass production method of them is attained.

[0062] Moreover, distance to opening of the electrode which irregularity is formed in a luminescent-material layer and the electrode layer of another side, and is formed by the transparent material from the point emitting light can be shortened by preparing two or more openings in a transparent electrode. Therefore, when the absorption of light by the electrode and luminescent-material layer which are formed by the transparent material, and another electrode are used as the electrode which consists of a charge of a reflector, it can become possible to reduce loss in case light reflects with this reflector, and the quantity of light which can be taken out outside can be made to increase. Consequently, it becomes advantageous to application for the application from which it becomes possible from which to make the luminous efficiency of a light emitting device improve, and a low power becomes important like devices, such as a Personal Digital Assistant and a notebook computer.

[0063] Moreover, the light emitted from the luminescent-material layer by having formed the electrode formed with a transparent electrode in the shape of a mesh by two or more openings, and having made the configuration of opening into the 4micrometerx4micrometer square can reach opening in general, if about [ 4micrometerx1.414=5.6micrometer ] horizontal distance is spread at the maximum. Therefore, loss of the light when being reflected with loss of the light by the self-absorption in luminescent material or the ingredient of a transparent electrode and a reflector can be reduced substantially.

[0064] Moreover, a substrate does not need to be transparent when it considers as the configuration which emits light on the top face. Therefore, although the degree of freedom of transparency of ingredient selection is low like breadth, for example, polyimide, the light emitting device containing a thin film transistor can be formed on the flexible plastic plate which can bear the comparatively high temperature which is 200 degrees C - about 300 degrees C.



[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view showing the main components in the 1st operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 2] It is a plan showing the flat-surface configuration of the 1st operation gestalt.

[Drawing 3] It is the explanatory view showing actuation of the 1st operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the manufacture procedure of the 1st operation gestalt.

[Drawing 5] It is the flow chart which shows the manufacture procedure of the 1st operation gestalt.

[Drawing 6] It is drawing showing the configuration of the light emitting device in a manufacture process.

[Drawing 7] It is drawing showing the configuration of the light emitting device in a manufacture process.

[Drawing 8] It is drawing showing the configuration of the light emitting device in a manufacture process.

[Drawing 9] It is the circuit diagram showing the main components in the 1st operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 10] It is the explanatory view showing the gestalt of deformation implementation of the 1st operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 11] It is the explanatory view showing the main components in the 2nd operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 12] It is the explanatory view showing the gestalt of deformation implementation of the 2nd operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 13] It is the explanatory view showing the gestalt of deformation implementation of the 2nd operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 14] It is the explanatory view showing the main components in the 3rd operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 15] It is the explanatory view showing the main components and the actuation in the 4th operation gestalt of the light emitting device of this invention.

[Drawing 16] It is a block diagram showing the configuration of the conventional light emitting device.

[Drawing 17] It is a block diagram showing the configuration of the conventional light

emitting device.

[Description of Notations]

10 Transparence Substrate

11 Transparent Electrode

12 Luminescent-Material Layer

13 Reflector

14 Opening

15 1st Insulating Layer

16 2nd Insulating Layer

21 Protection-from-Light Layer

22 Barrier Layer

23 Thin Film Semiconductor (TFT Section-Channel Field)

24 Thin Film Semiconductor (TFT Section-Source Drain Field)

25 Gate Dielectric Film

26 Gate Electrode

27 1st Interlayer Insulation Film

28 Source Drain Electrode

29 2nd Interlayer Insulation Film

110 Transparence Substrate

111 Transparent Electrode

112 Luminescent-Material Layer

113 Reflector

115 1st Insulating Layer

116 2nd Insulating Layer

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-202737

(P2002-202737A)

(43) 公開日 平成14年7月19日 (2002.7.19)

(51) Int. CL <sup>7</sup>	識別記号	F I	7-71-1 (参考)	
G 0 9 F 9/30	3 4 1 3 3 8 3 6 5	G 0 9 F 9/30	3 4 1 3 3 8 3 6 5 Z	3 K 0 0 7 5 C 0 9 4 5 F 1 1 0
H 0 1 L 29/786 21/336		H 0 5 B 33/10 33/14	A	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-401400 (P2000-401400)

(22) 出願日 平成12年12月28日 (2000.12.28)

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 藤枝 一郎

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72) 発明者 福地 隆

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 100084250

弁理士 丸山 隆夫

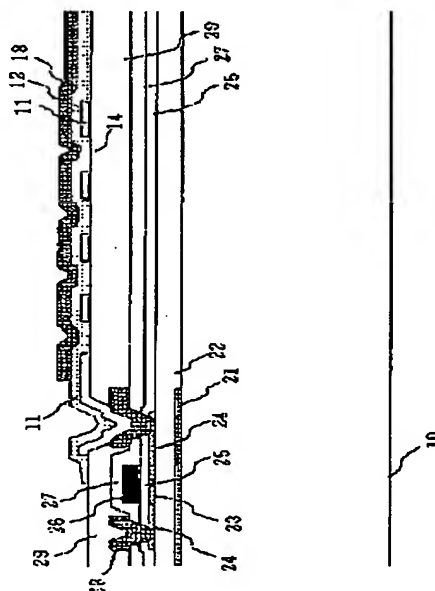
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子の製造方法、発光素子

(57) 【要約】

【課題】 発光効率が高く低消費電力で駆動できる発光素子を低コストで実現する発光素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 透明基材10上に、発光材料層に電流を供給するための透明電極層11を形成する工程と、電流を供給することで光を発する発光材料層12を透明電極層11上に形成する工程と、発光材料層に電流を供給するための反射電極13発光材料層12上に形成する工程とを有し、透明電極層11は、複数の開口部を有する所定のパターンで形成され、複数の開口部により、発光材料層12と反射電極13とに凹凸が形成されることで発光素子の発光効率を高めることができる。



(2)

特開2002-202737

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄膜からなるトランジスタを絶縁性基材上に形成する工程と、発光材料層、及び該発光材料層に電流を供給する電極層とを有する発光部を前記トランジスタ上に形成する工程とを経て形成される発光素子の製造方法であって、

前記薄膜トランジスタ形成工程、または前記発光部形成工程において、前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成する工程を有することを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項2】 絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を形成する第1の電極層形成工程と、

電流を供給することで光を発する発光材料層を前記第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、

前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を前記発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、

を有し、  
前記第1の電極層、前記第2の電極層の少なくとも一方が前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記透明材料で形成される電極は、複数の開口部を有する所定のパターンで形成され、前記複数の開口部により、前記発光材料層ともう一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項3】 前記透明電極で形成される電極は、

前記複数の開口部によりメッシュ状に形成され、

前記開口部の形状は、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の正方形であることを特徴とする請求項2記載の発光素子の製造方法。

【請求項4】 絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を形成する第1の電極層形成工程と、

電流を供給することで光を発する発光材料層を前記第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、

前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を前記発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、

を有し、  
前記第1の電極層、前記第2の電極層の少なくとも一方が前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記透明材料で形成される電極が縁状の平面形状を有し、前記透明材料で形成される電極が存在しない領域上の前記発光材料層ともう一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項5】 絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタを形成する薄膜トランジスタ形成工程と、

前記薄膜トランジスタが形成された前記絶縁性基材上に、

層間絶縁膜を形成する層間絶縁膜形成工程と、

発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を前記

10

20

30

40

50

層間絶縁膜上に形成する第1の電極層形成工程と、

電流を供給することで光を発する前記発光材料層を前記第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、

前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を前記発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、

を有し、  
前記第1の電極層が前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記第2の電極層が光を反射する反射材料で形成され、

前記薄膜トランジスタ形成工程、または前記層間絶縁膜形成工程において、前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、

前記第1の電極層が、前記複数の開口部によって形成される前記層間絶縁膜の凸部に形成されることを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項6】 絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタを形成する薄膜トランジスタ形成工程と、

前記薄膜トランジスタが形成された前記絶縁性基材上に、

層間絶縁膜を形成する層間絶縁膜形成工程と、

発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を前記層間絶縁膜上に形成する第1の電極層形成工程と、

電流を供給することで光を発する前記発光材料層を前記第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、

前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を前記発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、

を有し、  
前記第2の電極層が、前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記第1の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、

前記薄膜トランジスタ形成工程、または前記層間絶縁膜形成工程において、前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、

前記第2の電極層が、前記複数の開口部によって形成される前記発光材料層の凹部に形成されることを特徴とする発光素子の製造方法。

【請求項7】 絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、発光材料層及び該発光材料層に電流を供給する電極層を有する発光部とが形成された発光素子であって、

前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成したことを特徴とする発光素子。

【請求項8】 絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも積層した発光素子であって、

(3)

特開2002-202737

3

前記第1の電極層、前記第2の電極層の少なくとも一方が前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記透明材料で形成される電極は、複数の開口部を有する所定のパターンで形成され、前記複数の開口部により前記発光材料層ととも一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする発光素子。

【請求項9】 前記透明電極で形成される電極は、

前記複数の開口部によりメッシュ状に形成され、

前記開口部の形状は、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の正方形であることを特徴とする請求項8記載の発光素子。 10

【請求項10】 絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも積層した発光素子であって、

前記第1の電極層、前記第2の電極層の少なくとも一方が前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記透明材料で形成される電極が縁面上の平面形状を有し、前記透明材料で形成される電極が存在しない領域の前記発光材料層ととも一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする発光素子。 20

【請求項11】 絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、層間絶縁膜と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する前記発光材料層と、前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも積層した発光素子であって、

前記第1の電極層が、前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、 30

前記第2の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、

前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する前記薄膜トランジスタ、または層間絶縁膜の何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、

前記第1の電極層を、前記複数の開口部によって形成される前記層間絶縁膜の凸部に形成したことを特徴とする発光素子。 40

【請求項12】 絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、層間絶縁膜と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する前記発光材料層と、前記発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも積層した発光素子であって、

前記第2の電極層が、前記発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、

前記第1の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、 50

4

前記絶縁性基材上の前記発光材料層の配置領域下に位置する前記薄膜トランジスタ、または前記層間絶縁膜の何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、

前記第2の電極層を、前記複数の開口部によって形成される前記発光材料層の凹部の上に形成したことを特徴とする発光素子。

【請求項13】 前記発光材料層は、有機材料で形成されることを特徴とする請求項7から12の何れか一項に記載の発光素子。

【請求項14】 前記発光材料層が、無機材料で形成され、前記発光材料層と前記第1の電極層との間に第1の絶縁層を有し、

前記発光材料層と前記第2の電極層との間に第2の絶縁層を有することを特徴とする請求項7から12の何れか一項に記載の発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、携帯情報端末、携帯電話、パーソナルコンピュータ、テレビ等の機器に使用される平面型の表示装置、あるいは、電子プリンタ等の機器に使用される光ヘッド、更に、スキャナ、ファクシミリ、デジタルコピー等の機器に使用される発光素子の製造方法、及び発光素子に関し、特に、高発光効率、低消費電力、製造コストが低い等の特徴を持つ発光素子の製造方法、及び発光素子に関する。 30

【0002】

【従来の技術】従来から、携帯情報端末、携帯電話等の機器に用いられるディスプレイや、電子プリンタの光ヘッド等に用いられる発光素子として、無機材料や有機材料によるエレクトロルミネセンス(EL)素子が開発され、一部は既に実用化されている。特に、有機EL材料による発光素子を個々の画素に設けた薄膜トランジスタ(TFT)回路により駆動する“アクティブ駆動方式”の有機ELディスプレイは、互いに直交する2組の縦横状の電極で有機EL材料を挟んだ構成の“パッシブ駆動方式”に比べて、発光効率が高く、高速度の画像表示が可能、等の長がある。そのため、近年、アクティブ駆動方式の有機ELディスプレイの研究開発が加速されている。 40

【0003】携帯電話のような小型機器では搭載可能な電池の容量が制限されるので、発光素子の発光効率を更に向上させることが重要である。また、光ヘッドやスキャナの光源として使用する場合にも、発光素子の発光効率の改善は、それぞれ、印刷や画像入力の手速を向上させるという利点をもたらす。

【0004】ところが、従来の無機あるいは有機EL材料を用いた発光素子では、EL材料から発せられた光の一部が発光素子の内部に閉じ込められて、外部へ取り出せる光量が減少するという課題がある。 50

(4)

特開2002-202737

5

【0005】図16に、従来の有機EL材料による発光素子の構造を示す。この発光素子は、ガラス等の透明基板110の上に、インジウム・錫の酸化物（ITO）等の透明電極111、Alq（キノリノラートアルミ錯体）等の有機EL材料からなる発光材料層112、アルミニウム・リチウム合金等の反射電極113を順に積層して構成される。可視光領域の屈折率は、ガラス基板、ITO、有機EL材料で、それぞれ、1.5～1.6、1.9～2.0、1.7前後である。

【0006】一般に、発光層112に電流を供給すると、光は等方的に発せられる。第1に、発光材料層112の中の発光点Pから透明基板110の方向へ発せられた光の伝播を考察する。発せられた光の方向が透明基板の法線方向となす角度によって以下のいくつかの場合が考えられる。この角度が充分小さい場合は、図16においてray1と表示した光のように、透明電極111に入射し透明基板110を経て素子の外部へ放射される。次に、この角度が多少大きくなると、図16においてray2と表示したように、光は透明基板110と素子の外部（通常は空気で屈折率1.0）との界面で全反射し、透明基板110の内部に閉じ込められる。更にこの角度が大きくなると、図16においてray3と表示したように、光は透明基板110と透明電極111の界面で全反射して透明電極111の内部に閉じ込められる。第2に、点Pから反射電極113の方向へ発せられた光は、反射電極113により反射された後に透明電極111の方向へ向かい、その角度に依存して前述の場合と同様の軌跡をたどる。以上より、発光材料層から等方的に発せられた光の一部は、発光素子の内部に閉じ込められて外部に取り出すことができない。

【0007】発光素子の内部に閉じ込められる光の割合を減少させることにより発光効率を改善する試みは、例えば、特開平1-186587号公報、特開平5-21158号公報、特開2000-77181号公報に開示されている。

【0008】このような従来の発光素子の例として、特開平1-186587号公報に開示されている発光素子の構成を図17に示す。これは無機材料を用いた発光素子の例で、図17に示すように、表面が凹凸の形状を持つ透明基板110bの上に、透明電極111b、第1の絶縁層115b、発光材料層112b、第2の絶縁層116b、反射電極113bを積層して構成される。透明基板110bの凹凸の高さは、発光材料層112bの厚さよりも大きく設定される。また、凹凸の段差部でのショートを防ぐために、透明電極111bと反射電極113bとが凹凸の段差部で重ならないようになっている。この公報によると、フォトリソグラフィ、反応性イオンエッチング等の手法を用いて透明基板上に堆積した薄膜を加工することにより、逆度のテーパーを持つ凹凸形状を再現性よく形成できるとしている。

5

【0009】次に動作を説明する。発光材料層112bから発せられた光の一部は透明基板110bの凹凸によって生じた段差部で反射するため、透明基板110bの外部へ取り出して表示に利用できる。このような発光素子を複数個配列して表示装置を構成するときに、隣接する画素の間には基板の凹凸による段差部が存在するため、ある画素の発光材料層から発せられた光が隣接する画素に到達することはない。従って、隣接画素から伝播する光に起因する表示装置のコントラストの低下や散乱光による表示画質の劣化を防止するという利点もあるとされている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】以上に説明した従来の発光素子には以下の課題がある。第1に、上述した公報に開示されている構成では、基板に凹凸を設ける場合の製造工程として、成膜工程、露光工程、エッチング工程が別途必要になり、製造コストが高く大量生産が困難であるという課題がある。

【0011】第2に、上記従来の発光素子の構成では、発光素子の内部で光が全反射を繰り返すときの、発光材料や透明電極の材料による光の吸収が考慮されていない。即ち、これらの発光素子を含む画素を複数個配列してディスプレイや光ヘッド等の出力装置を構成する場合、画素が大きくなるにつれて、個々の画素の発光部において発光点から段差部までの距離が増大する。その結果、伝播する光の一部は、発光材料や透明電極の材料に吸収されて、段差部へ到達して外部へ取り出される割合が減少する。また、通常、反射電極は反射率の高い金属材料で形成されるが、反射率を完全に100%にするのは困難である。このため、何度も反射を繰り返すうちに光量が減少し、段差部へ到達する割合が減少する。即ち、このような材料による自己吸収と反射時の光の損失という課題に対する認識がなく、その対策としての具体的な構成に関する教唆もない。

【0012】本発明は上記事情に鑑みてなされたものであり、発光効率が高く低消費電力で駆動できる発光素子を低コストで実現する発光素子の製造方法、及び発光素子を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】係る目的を達成するために本発明は、薄膜からなるトランジスタを絶縁性基板上に形成する工程と、発光材料層、及び発光材料層に電流を供給する電極層とを有する発光部をトランジスタ上に形成する工程とを経て形成される発光素子の製造方法であって、薄膜トランジスタ形成工程、または発光部形成工程において、絶縁性基板上の発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成する工程を有することを特徴とする。

【0014】本発明は、絶縁性基板上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を形成する第1の電

(5)

特開2002-202737

7

8

極層形成工程と、電流を供給することで光を発する発光材料層を第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、を有し、第1の電極層、第2の電極層の少なくとも一方が発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、透明材料で形成される電極は、複数の開口部を有する所定のパターンで形成され、複数の開口部により、発光材料層と一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする。

【0015】上記の透明電極で形成される電極は、複数の開口部によりメッシュ状に形成され、開口部の形状は、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の正方形であることを特徴とする。

【0016】本発明は、絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を形成する第1の電極層形成工程と、電流を供給することで光を発する発光材料層を第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、を有し、第1の電極層、第2の電極層の少なくとも一方が発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、透明材料で形成される電極が傾斜状の平面形状を有し、透明材料で形成される電極が存在しない領域上の発光材料層と一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする。

【0017】本発明は、絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタを形成する薄膜トランジスタ形成工程と、薄膜トランジスタが形成された絶縁性基材上に、層間絶縁膜を形成する層間絶縁膜形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を層間絶縁膜上に形成する第1の電極層形成工程と、電流を供給することで光を発する発光材料層を第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、を有し、第1の電極層が発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、第2の電極層が光を反射する反射材料で形成され、薄膜トランジスタ形成工程、または層間絶縁膜形成工程において、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、第1の電極層が、複数の開口部によって形成される層間絶縁膜の凸部に形成されることを特徴とする。

【0018】本発明は、絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタを形成する薄膜トランジスタ形成工程と、薄膜トランジスタが形成された絶縁性基材上に、層間絶縁膜を形成する層間絶縁膜形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層を層間絶縁膜上に形成する第1の電極層形成工程と、電流を供給することで光を発する発光材料層を第1の電極層上に形成する発光材料層形成工程と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層を発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、を有し、第2の電極層が、発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、第1の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する薄膜トランジスタ、または層間絶縁膜の何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、第1の電極層を、複数の開口部によって形成される層間絶縁膜の凸部に形成したことを特徴とする。

10

2の電極層を発光材料層上に形成する第2の電極層形成工程と、を有し、第2の電極層が、発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、第1の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、薄膜トランジスタ形成工程、または層間絶縁膜形成工程において、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、第2の電極層が、複数の開口部によって形成される発光材料層の凹部に形成されることを特徴とする。

【0019】本発明は、絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、発光材料層及び発光材料層に電流を供給する電極層を有する発光部とが形成された発光素子であって、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成したことを特徴とする。

【0020】本発明は、絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも重ねた発光素子であって、第1の電極層、第2の電極層の少なくとも一方が発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、透明材料で形成される電極は、複数の開口部を有する所定のパターンで形成され、複数の開口部により発光材料層と一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする。

【0021】上記の透明電極で形成される電極は、複数の開口部によりメッシュ状に形成され、開口部の形状は、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の正方形であることを特徴とする。

【0022】本発明は、絶縁性基材上に、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも重ねた発光素子であって、第1の電極層、第2の電極層の少なくとも一方が発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、透明材料で形成される電極が傾斜上の平面形状を有し、透明材料で形成される電極が存在しない領域の発光材料層と一方の電極層とに凹凸が形成されることを特徴とする。

【0023】本発明は、絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、層間絶縁膜と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも重ねた発光素子であって、第1の電極層が、発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、第2の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する薄膜トランジスタ、または層間絶縁膜の何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、第1の電極層を、複数の開口部によって形成される層間絶縁膜の凸部に形成したことを特徴とする。

50

る。

【0024】本発明は、絶縁性基材上に、薄膜からなるトランジスタと、層間絶縁膜と、発光材料層に電流を供給するための第1の電極層と、電流を供給することで光を発する発光材料層と、発光材料層に電流を供給するための第2の電極層とを少なくとも重ねた発光素子であって、第2の電極層が、発光材料層よりも屈折率の大きい透明材料で形成され、第1の電極層が、光を反射する反射材料で形成され、絶縁性基材上の発光材料層の配置領域下に位置する薄膜トランジスタ、または層間絶縁膜の何れかの部材を、複数の開口部を有する所定のパターンに形成し、第2の電極層を、複数の開口部によって形成される発光材料層の凹部の上に形成したことを特徴とする。

【0025】上記の発光材料層は、有機材料で形成されることを特徴とする。

【0026】上記の発光材料層が、無機材料で形成され、発光材料層と第1の電極層との間に第1の絶縁層を有し、発光材料層と第2の電極層との間に第2の絶縁層を有することを特徴とする。

【0027】

【発明の実施の形態】次に、添付図面を参照しながら本発明の発光素子の製造方法、及び発光素子に係る実施の形態を詳細に説明する。図1～図15を参照すると本発明の発光素子の製造方法、及び発光素子に係る実施の形態が示されている。

【0028】（第1の実施の形態）第1の実施の形態における主要な構成要素を図1に示す。この発光素子は、後述の一連の薄膜製造工程により透明基板10の上に形成される発光部と、発光部を駆動するための薄膜トランジスタ（TFT）回路とから構成される。これらの構成が図1に示されている。

【0029】図1に示されるように発光部は、有機エレクトロルミネッセンス（EL）材料で形成される発光材料層12を透明電極11と反射電極13とで挟んで構成され、両方の電極で挟まれた領域の発光材料層12から光が発せられる。透明電極11の一部は、TFTのソース/ドレイン電極28に、反射電極13は図1に示されていない配線により外部に、それぞれ接続されている。

【0030】図2は、発光部とTFTの構成要素の配置を示す平面図であり、図中のA-A'に添った面の断面が図1に相当している。図2に示すように、透明電極11には複数の開口部14が設けられ、図1に示すように、開口部14の領域には発光材料層12が配置されている。図3は図1における透明電極11、発光材料層12、反射電極13の一部を拡大した断面図である。開口部14では、透明電極11が存在しないため、また、透明電極11の端部には遮度のテーパーが付けられているために、反射電極13には図1、図3に示したような段差部ができる。

【0031】次に、図4、及び図5に示されたフローチャート、及び図6～8の各製造過程における発光素子の構成を示す図を参照しながら、発光素子の製造工程について説明する。この発光素子の製造工程は、TFTを形成する前工程と、有機EL材料を用いて発光素子を形成する後工程とに大別される。

【0032】前工程のTFTの製造工程では、実に様々な種類のTFTを採用することができる。この実施例では、トップゲート型の多結晶シリコン（poly-Si）TFTを例に挙げて説明する。

【0033】まず、タングステンシリサイド（WSi）等の高融点材料を、ガラス等の絶縁性を有する透明基板10上にスパッタ法等により形成する。これをフォトリソグラフィ法によりパターン形成して、遮光層21を形成する（ステップS1）。WSiの場合は、遮光層21の厚さとして100～200nmもあれば十分である。図6の（a）には、透明基板10上に遮光層21が所定のパターンで形成された状態が示されている。

【0034】次に、酸素とシラン（SiH<sub>4</sub>）等のSiを含むガスとをプラズマ中で分解して基板上に堆積するCVD法等により、SiO<sub>2</sub>からなるバリア層22を一面に形成する（ステップS2）。これは、後続のプロセス中に透明基板10の中に含まれる不純物元素がこれより上の層に拡散するのを防ぐための層で、厚さは300～500nmとする。図6の（b）には、バリア層22が、透明基板10及び遮光層21上に形成された状態が示されている。

【0035】次に、poly-Si層の前駆体であるアモルファスSi（a-Si）層を、プラズマCVD法、減圧CVD法、スパッタ法、等のいずれかの成膜方法により、厚さ100nm程度に形成する。これにエキシマレーザーからの数十ナノ秒の非常に短いパルス光を照射して瞬間的に熔融し、poly-Si層に改質する。このときの照射エネルギー密度が400mJ/cm<sup>2</sup>前後であると、特性の良いpoly-SiTFTが得られることが知られている。このpoly-Si層をフォトリソグラフィ法によりパターンニングして薄膜半導体24を形成する（ステップS3）。図6の（c）には、バリア層22上に薄膜半導体24が形成された状態が示されている。

【0036】次に、厚さ50nm程度のSiO<sub>2</sub>膜と厚さ200nm程度のWSi層を同様にして形成し、フォトリソグラフィ法によりWSi層をパターンニングすることにより、ゲート絶縁膜25とゲート電極26とを形成する（ステップS4）。図6の（d）には、薄膜半導体24及びバリア層上にゲート絶縁膜25が形成され、このゲート絶縁膜25上にゲート電極26が形成された状態が示されている。

【0037】次に、イオンドーピング法等により、薄膜半導体24の領域に選択的に高濃度のリン（P）または



(7)

特開2002-202737

11

ボロン(B)を導入する。その後、500℃程度の温度に基板を加熱して、導入した不純物元素を活性化する。このときの不純物元素の濃度、加熱時間、温度、等のプロセス条件は重要で、後の配線材料との間にオーミックコンタクトが得られるように、これらのプロセス条件を決定する。こうして、TFTのソース/ドレイン領域24が形成される(ステップS5)。不純物元素を導入していない領域は、TFTのチャネル領域23となる。図6の(e)には、薄膜半導体24に、TFTのソース/ドレイン領域24が形成された状態が示されている。

【0038】最後に、SiO<sub>2</sub>等の第1の層間絶縁膜27をプラズマCVD法等により形成し、コンタクトホールを開けて、低抵抗の金属材料でソース/ドレイン電極28および配線を形成する(ステップS6)ことにより、前工程のTFT製造工程が完了する。図7の(f)には、第1の層間絶縁膜27がゲート電極26及びゲート絶縁膜25上に形成された状態、及びコンタクトホールを設けてソース/ドレイン電極28が形成された状態が示されている。

【0039】後工程の発光部の製造工程では、まず、アクリル系樹脂等の透明絶縁材料を用いて、表面を平坦にするための層29を全面に形成する(ステップS7)。図7の(g)には、この第2の層間絶縁膜29が全面に形成された状態が示されている。

【0040】この第2の層間絶縁膜29の一部にコンタクトホールを開け、酸化インジウム錫合金(ITO)等の発光部の陽極となる材料を全面にスパッタ法により成膜する。これをフォトリソグラフィ法によりパターンニングして、開口部14を持つ透明電極10を形成する(ステップS8)。陽極材料としてITOを用いた場合には、シート抵抗20/□程度、厚さは100nm程度に形成する。図7の(h)には、第2の層間絶縁膜29上に透明電極11が所定のパターンで形成された状態が示されている。

【0041】次に、図7の(i)に示されるように、発光部となる領域に有機EL材料からなる発光材料層12を形成する(ステップS9)。発光材料層12としては、発光材料層と正孔注入輸送層からなる2層構成、これに電子注入輸送層を加えた3層構成、更に金属電極との界面に薄い絶縁膜を配置した構成、等が知られており、これらの構成のどれでも図1の構成に適用できる。即ち、図1では、単に発光材料層12として示しているが、細かくみればこのような様々な構成が可能である。発光材料層12の製造方法は、スピン塗布法、真空蒸着法、インクジェット印刷法、等が知られており、それぞれの製造方法に対応して、高分子系か低分子系か等の有機EL材料の選択、下地の構造、上部電極の製造方法、等の製造条件が決められる。この実施例においては、正孔注入輸送層の材料としては、例えばトリアールアミン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ポルフィリン誘導

12

体、等、また、発光材料層の材料としては、例えば8-ヒドロキシキノリン及びその誘導体の金属錯体、テトラフェニルブタジエン誘導体、ジスチルアリアル誘導体、等、をそれぞれ真空蒸着法により各々50nm程度の厚さに積層して形成するものとする。尚、図1においては、発光材料層12が透明電極11をほぼ覆うようにパターン化されて描かれているが、これらの発光材料層12は絶縁材料なので、必ずしもパターン化は必要ではなく、全面を覆っていても構わないこともある。但し、カラーディスプレイへ応用するには少なくとも3種類の発光材料層とその分離が必要なので、発光材料層12のパターン化が必要である。

【0042】最後に、発光部の陰極として、アルミニウム-リチウム合金、等の材料を、金属のシャドウマスクを通して厚さ200nm程度に真空蒸着する、等して、反射電極13を形成する(ステップS10)。図8の(j)には、発光材料層12上に反射電極13が形成され、透明電極11に設けた開口部により発光材料層12及び反射電極13に凹凸が形成された状態が示されている。

【0043】このように本実施形態は、発光素子の発光効率を改善するための開口部を透明電極11に設けたことを特徴としている。従って、図17に示された基板に凹凸を設ける場合の製造工程と比較して、成膜工程、露光工程、エッチング工程を別途設ける必要がなくなり、製造コストを削減することができる。

【0044】図9は、この発光素子を複数配列して駆動するための回路の構成を示す回路図である。ここで、発光部にはLEDの記号を、また、この一端に接続されてLEDに電流を供給するためのTFTにはTr1の記号を付している。更に、Tr1のゲートを一定の電位に保持するための静電容量C、映像信号に対応した所望の電圧までCを充電するためのTr1が、図9の通りに接続されている。Tr1のドレイン電極は電源Vddに接続される。以下では、図9の点線で囲まれた部分の回路を画素と呼ぶこととする。図9に示すように、複数の画素が規則正しく配列され、これらを駆動するためのTFT回路が設けられる。尚、これらのTFT回路は、多結晶シリコン(poly-Si)TFTを用いて構成され、特に、n型TFTとp型TFTの両者を用いてCMOS回路を構成することが望ましい。

【0045】次に、図1、3、9を参照しながら、この実施例の発光素子の動作について説明する。図9に示されたゲート線に制御信号を供給して、ゲート線を共有する全ての画素のTr2を導通させる。これに同期して表示すべき映像信号をそれぞれのデータ線に与えると、それぞれの静電容量Cに映像信号が記憶される。こうしてゲート線で選択された全ての画素の静電容量Cに映像信号が記憶されると、これらの画素の発光素子LEDにそれぞれの映像信号に対応した所望の電流が供給され、図

13

3に示したように、発光材料層12から透明基板10の方向へ光が発せられる。ここで発光は等方的である。前述と同様にして、まず点Pから透明電極11の方向へ発せられる光について考察する。透明基板10の法線方向となす角度が小さい場合（図3においてray1と表示）は、光は透明電極11、第2の絶縁層29、第1の絶縁層27、…、透明基板10を順に透過して、（図示していない）観察者へ導かれる。この角度が大きくなると、図3においてray2と表示したように、一部の光はこの界面で全反射して第2の絶縁層の内部に閉じ込められる。これは、透明電極11の屈折率が第2の絶縁層29の屈折率より大きい（例えば、透明電極ITOでは1.9～2.0、第2の絶縁層としてSiO<sub>2</sub>を用いると屈折率は1.5）ためである。更にこの角度が大きくなると、光は透明電極11の内部に一時は閉じ込められる。しかし、図3において透明電極11の端部と発光点Pとの距離は小さいため、光は透明電極材料により吸収される前に開口部14に至り、透明電極11の端部から発光材料層12へ入射することができる。この光は反射電極13で反射され、開口部14の発光材料層12と第2の絶縁層29の界面に至る。発光材料層12の屈折率（有機EL材料では1.7前後）は、第2の絶縁層29の屈折率（SiO<sub>2</sub>では屈折率1.5）に近いので、この界面で全反射する成分は小さくなる。従って、反射電極13から開口部14に到達した光は全反射されることなく外部へ取り出される。このような光を図3においてray3と表示している。一方、点Pから反射電極13の方向へ発せられた光は、反射電極13により反射された後は前述と同様の経過をたどり、一部は内部に閉じ込められ、一部は外部へ取り出される。

【0046】ここで、発光材料層から発せられた光は、発光材料層の内部での吸収と反射電極での反射による損失を繰り返しながら開口部まで伝播する。このとき光が伝播しなければならない水平距離について考える。図2に示すような矩形の開口部の場合、この水平距離は、隣接する開口部の間の距離とほぼ同等である。

【0047】一方、図2において仮に開口部が全く無い構成では、この水平距離は最大で透明電極11の対角線の長さとなる。両者の間には大きな差があり、その差は開口部が大きいほど大きくなる。開口部を極端に大きく設定すれば発光する場所が極端に小さくなり、発光効率は向上するものの実用的な発光強度が得られなくなるので、最適な開口部の大きさと形状は、自己吸収と反射による光の損失と応用機器に要求される光量とを勘案して決定されるべきである。

【0048】以上に説明した構成要素に関して、いくつか具体的な例を挙げる。解像度200dpiの表示装置では、各色の画素の配列ピッチ127μmに対応して、透明電極11は100μm×110μmの長方形、開口部は4μm×4μmの正方形とした。4μmは、このよ

(8)

特開2002-202737

14

うな素子を大面積の基板に一括して形成するとき、フォトリソグラフィやエッチング工程での微細加工の精度に基づいた設計ルールを適用して決められた。これにより、発光材料層12から発せられた光は、最大で4μm×1.414=5.6μm程度の水平距離を伝播すれば、開口部14へ到達することができる。これは、開口部が無い場合の最大水平距離450μmの約1/800である。これにより、発光材料や透明電極の材料における自己吸収による光の損失、及び、反射電極で反射される時の光の損失を大幅に低減することができる。もちろん、本発明の導光体の製造法や寸法は、以上に挙げた数値例や製造方法に限定されるものではない。例えば、透明電極の開口部の形状は、図2のような正方形の他にも様々な形状（例えば長方形、円形、等）が可能である。

【0049】（変形実施例）以上に説明した本発明の第1の実施例においては、透明電極に開口部を設けることにより、発光材料や透明電極材料の内部を光が伝播する距離を短くして発光効率を向上させた。同様の効果は、図10に示すような形状の透明電極を用いても得られる。即ち、図10の透明電極11aは、一部に円状の領域を備えた鋸歯状の形状である。図10において図2と同じ構成要素には同一の番号を付している。更に、同様の形状を持つ反射電極13aを、その長辺方向が互いに直交するように配置することにより、発光領域をほぼ円形とすることができる。このような円形の発光領域は、図2の正方形の開口部に比べて前述の水平距離を小さく設定することができる。

【0050】また、本発明の趣旨を損なうことなく、本実施例における構成要素の置換、材料の種類、寸法、等の選択が可能である。また、構成要素の追加による新たな機能の追加も可能である。

【0051】例えば、図1ではトップゲート型のpoly-Si TFTの例を挙げて説明したが、ボトムゲート型poly-Si TFTを用いて図9の回路を構成してもよい。また、カラー表示を実現するためには、画素としてR、G、Bの3原色を出力する構成を用いればよい。そのような画素の発光素子は、カラーフィルタと白色発光材料との組合せ、青色発光材料と色変換材料との組合せ、あるいは、3色の発光材料の並列配置により実現できる。このように、本発明の趣旨を損なうことなく、様々な構成要素の置換や機能の追加が可能である。従って、このような構成も本発明の変形実施例と見なす。

【0052】（第2の実施形態）図11は第2の実施形態の形態を示す説明図である。図11において、図1に示した第1の実施例と同じ構成要素には同じ番号を付している。第2の実施形態の構成において第1の実施形態の構成と異なるのは、発光材料層12b、反射電極13bの一部に凹凸部を設けた点である。このような凹凸部

50

(9)

特開2002-202737

15

は、図11に示すように、第2の層間絶縁膜29bをパターン化することにより形成される。透明電極11bは第2の層間絶縁膜29bの凸部に形成され、その平面形状は図2に示したものと同様とする。即ち、第1の実施形態と同様に、一つの画素に複数の凹凸部を設ける。凹凸部の段差は、発光材料層12bと透明電極11bの内部を伝播する光が端部から漏れたときに、反射電極13bで反射されるように設定する。従って、図17に示した従来の構成と同様に、発光材料層12bと透明電極11bの内部に閉じ込められた光を効率良く外部へ取り出すことができる。また、一つの画素に複数の凹凸部を設けることにより、第1の実施形態と同様に、透明電極や発光材料層に閉じ込められる光が伝播する水平距離が短いので、透明電極の存在しない領域に達した光で透明基板へ伝播する成分が増え、発光効率が向上する。更に、このような凹凸部は、TFTのソース・ドレイン電極28と透明電極11bとを接続するためのコンタクトホールを第2の層間絶縁膜29bに形成するときと同時に形成されるので、余分の工程を追加する必要がない。

【0053】以上では、第2の層間絶縁膜29bをパターン化する工程を利用して凹凸部を形成する例を挙げたが、TFTの製造工程における別の工程を利用しても良い。即ち、変形実施の形態として、図12、図13に示した構成が可能である。図12では、TFTのソース・ドレイン領域24にソース・ドレイン電極28を接続するためのコンタクトホールを形成するときに、第1の層間絶縁膜27cをパターン化するが、この工程において同時に凹凸部を形成している。図13では、バリア層22dをパターン化して凹凸部を形成している。

【0054】（第3の実施の形態）以上の実施の形態では発光部として有機EL層を用いて透明基板側へ光を発する構成を取り上げたが、透明電極と反射電極の配置を入れ替えて、光を基板の上面へ出力する構成にしても良い。この場合には基板は透明である必要はない。図14はそのような実施の形態を示す説明図である。第2の層間絶縁膜29eをパターン化するとき同時に凹凸部を形成し、発光材料層12eを介して凹部に透明電極11eを形成する。本実施形態の動作は、光が取り出される方向がこれまでの実施の形態と逆であることを除き、これまでの実施形態と同様である。

【0055】このように本実施形態は、光を上面に発する構成であるため基板が透明である必要がない。そのため、材料選択の自由度が広がり、例えばポリイミドのように透明度は低いが200℃～300℃程度の比較的高い温度に耐えうる、フレキシブルなプラスチック基板の上に薄膜トランジスタを含む発光素子を形成することができる。

【0056】また、図14に示したように、発光部を形成するための反射電極、発光材料層、透明電極を薄膜トランジスタとその配線材料の上部にも配置することがで

16

きる。従って、発光部の面積を大きくとることができ、明るい発光素子を形成することができる。

【0057】第2の実施形態の場合と同様に、凹凸部を形成する工程として、第1の層間絶縁膜あるいはバリア層をパターン化する工程を適応することが可能である。従って、そのような構成も第3の実施の形態の変形実施と見なすことができる。

【0058】（第4の実施の形態）以上の実施の形態では、発光部の材料として有機EL材料を用いる例を挙げたが、無機材料で形成するEL素子を用いてもよい。図15は発光部を無機材料で形成した構成を示す説明図である。ZnS:Mn、ZnS:Tb、CaS:Eu、等の無機材料からなる発光材料層12fの下面と上面に、第1の絶縁層15と第2の絶縁層16を設ける。これらの絶縁層の材料としてはSiNx、SiO<sub>2</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等を用いる。また、透明電極11fと第1の絶縁層15には、図15に示すように開口部14fが設けられている。この他の構成、及び動作は、図3に示した第1の実施形態の構成と同一である。

【0059】本実施形態においても、上述した実施形態と同様の効果を得ることができる。但し、絶縁層の形成工程が追加されるため、有機EL材料を使用する場合と比較して不利となる。また、無機EL材料を駆動するのに100V程度の交流電圧が必要になるため、携帯機器に搭載するような用途には10V以下の直流電圧で駆動できる有機EL材料に比べて不利である。

【0060】なお、上述した実施形態は本発明の好適な実施の形態である。但し、これに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々変形実施が可能である。

【0061】

【発明の効果】以上の説明より明らかなように本発明は、発光素子から発せられた光を効果的に外部に取り出すための複数の開口部を、薄膜トランジスタの形成する工程、または発光部の形成工程において作成する。従って、従来の基板に凹凸を設ける場合の製造工程と比較して、成膜工程、露光工程、エッチング工程が不必要となり、製造コストを低減し、大量生産が可能となる。

【0062】また、複数の開口部を透明電極に設けることにより、発光材料層と他方の電極層との凹凸が形成され、発光点から透明材料で形成される電極の開口部までの距離を短くすることができる。従って、透明材料で形成される電極や発光材料層による光の吸収、及びもう一方の電極を反射材料からなる電極とした場合に、この反射電極で光が反射する時の損失を低減させることが可能となり、外部に取り出せる光量を増加させることができる。その結果、発光素子の発光効率を改善させることが可能となり、携帯情報端末やノートパソコン等の機器のように低消費電力が重要となる用途への適用に有利となる。

(10)

特開2002-202737

17

【0063】また、透明電極で形成される電極を、複数の開口部によりメッシュ状に形成し、開口部の形状を、 $4\mu\text{m} \times 4\mu\text{m}$ の正方形としたことにより、発光材料層から発せられた光は、最大で $4\mu\text{m} \times 1.414 = 5.6\mu\text{m}$ 程度の水平距離を伝播すれば、概ね開口部に到達することができる。従って、発光材料や透明電極の材料における自己吸収による光の損失、及び反射電極で反射される時の光の損失を大幅に低減させることができる。

【0064】また、光を上面に発する構成とした場合、基板が透明である必要がない。そのため、材料選択の自由度が広がり、例えばポリイミドのように透明度は低いが $200^\circ\text{C} \sim 300^\circ\text{C}$ 程度の比較的高い温度に耐える、フレキシブルなプラスチック基板の上に薄膜トランジスタを含む発光素子を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の発光素子の第1の実施形態における主な構成要素を示す説明図である。

【図2】第1の実施形態の平面形状を表す上面図である。

【図3】本発明の発光素子の第1の実施形態の動作を示す説明図である。

【図4】第1の実施形態の製造手順を示すフローチャートである。

【図5】第1の実施形態の製造手順を示すフローチャートである。

【図6】製造過程における発光素子の構成を表す図である。

【図7】製造過程における発光素子の構成を表す図である。

【図8】製造過程における発光素子の構成を表す図である。

【図9】本発明の発光素子の第1の実施形態における主な構成要素を示す回路図である。

【図10】本発明の発光素子の第1の実施形態の変形実施の形態を示す説明図である。

10

20

30

\*

18

\*【図11】本発明の発光素子の第2の実施形態における主な構成要素を示す説明図である。

【図12】本発明の発光素子の第2の実施形態の変形実施の形態を示す説明図である。

【図13】本発明の発光素子の第2の実施形態の変形実施の形態を示す説明図である。

【図14】本発明の発光素子の第3の実施形態における主な構成要素を示す説明図である。

【図15】本発明の発光素子の第4の実施形態における主な構成要素と動作を示す説明図である。

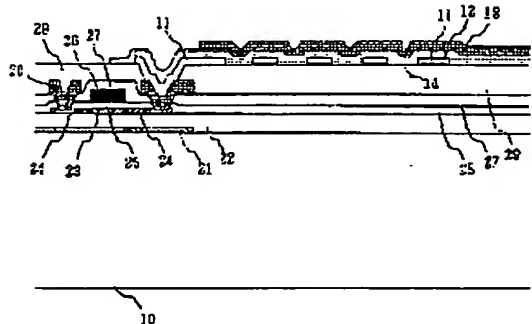
【図16】従来の発光素子の構成を表す構成図である。

【図17】従来の発光素子の構成を表す構成図である。

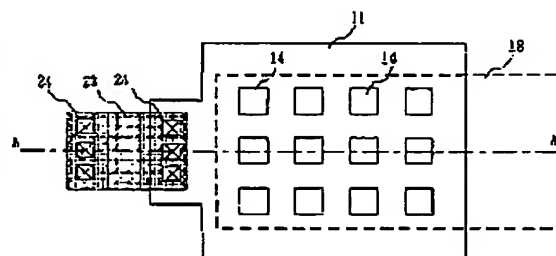
【符号の説明】

- 10 透明基板
- 11 透明電極
- 12 発光材料層
- 13 反射電極
- 14 開口部
- 15 第1の絶縁層
- 16 第2の絶縁層
- 21 遮光層
- 22 バリア層
- 23 薄膜半導体（TFT部-チャネル領域）
- 24 薄膜半導体（TFT部-ソース・ドレイン領域）
- 25 ゲート絶縁膜
- 26 ゲート電極
- 27 第1の層間絶縁膜
- 28 ソース・ドレイン電極
- 29 第2の層間絶縁膜
- 110 透明基板
- 111 透明電極
- 112 発光材料層
- 113 反射電極
- 115 第1の絶縁層
- 116 第2の絶縁層

【図1】

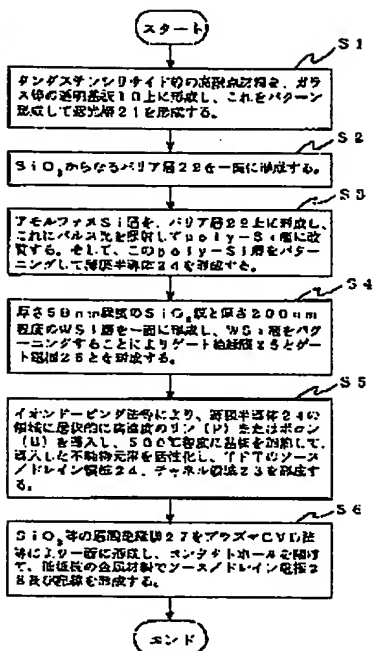


【図2】

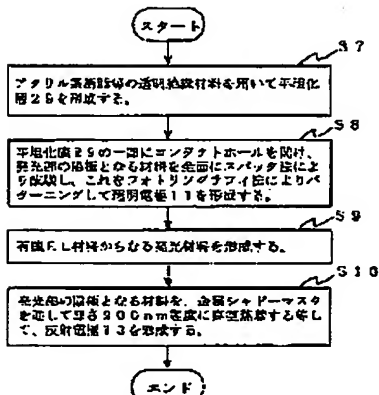


特開2002-202737

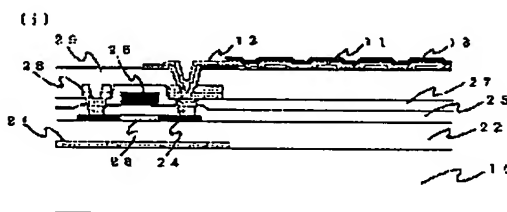
【图4】



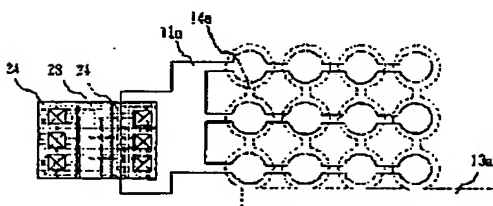
【例5】



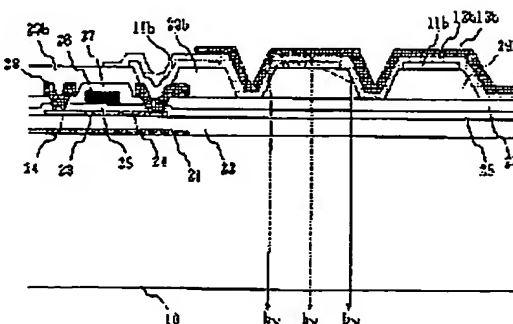
【圖8】



【图 10】



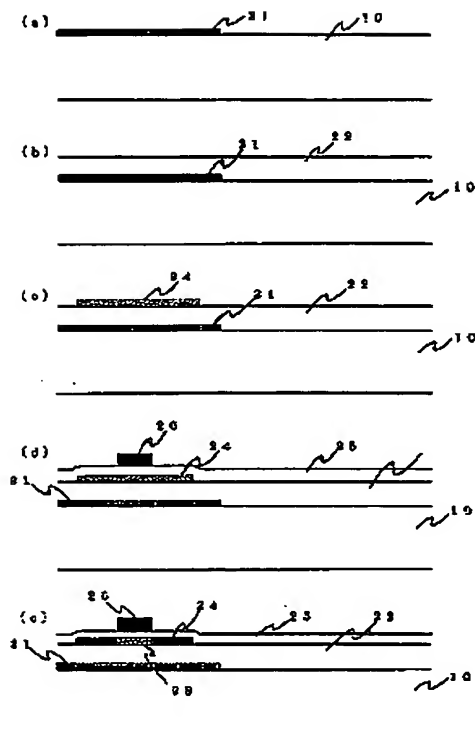
【图 1 1】



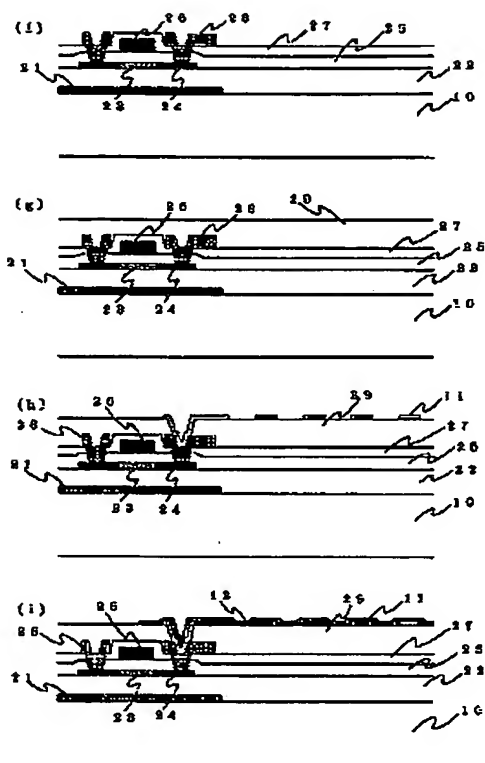
(12)

特開2002-202737

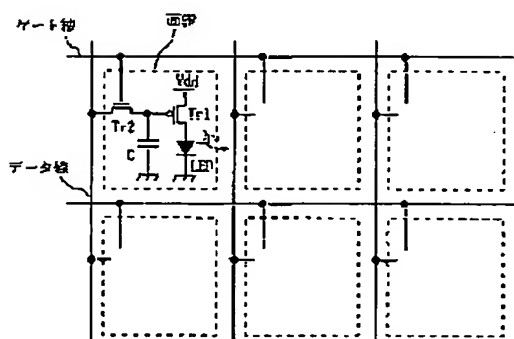
【図6】



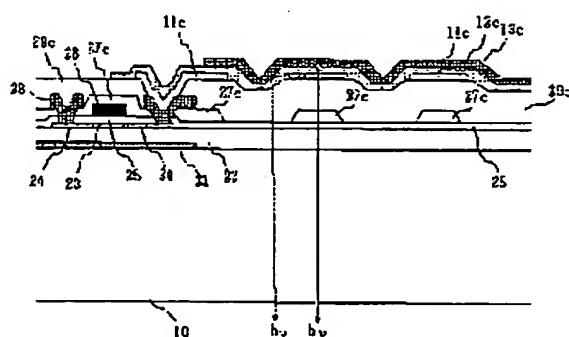
【図7】



【図9】



【図12】

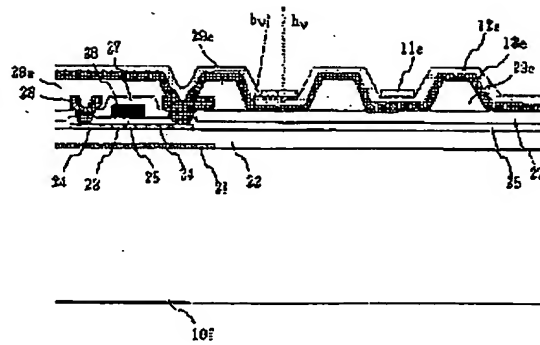


BEST AVAILABLE COPY

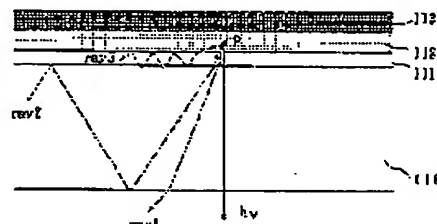
BEST AVAILABLE COPY

特開2002-202737

【图 14】



【图 16】



A cross-sectional view of a semiconductor device. It shows a substrate 110b with a trench structure. The trench has a bottom layer 112b and a side layer 115b. Above the trench, there is a layer 116b and a top layer 118b. The trench is filled with a material, and the top layer 118b is patterned to form a series of rectangular features.

(51)Int.Cl.:  
H 0 5 B 33/10  
33/14  
33/25

F I  
H05B 33/26  
H01L 29/78

6 1 2 7

(14)

特開2002-202737

(72)発明者 坪井 眞三  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株  
式会社内

F ターム(参考) 3K007 AB03 CA03 CB01 DA02 EB00  
FA01  
5C094 AA10 AA22 BA03 BA29 CA19  
DA13 EA04 EA05 EA06 EA07  
EB02 ED11 ED15  
5F110 AA30 BB01 CC02 DD01 DD02  
DD13 EE05 FF02 GG02 GG13  
GG25 GG43 GG45 GG47 HJ01  
HJ12 HJ23 HL07 HL30 NN03  
NN23 NN27 NN35 NN46 NN54  
PP03 QQ19